



Namatek
True Education

www.namatek.com

Blast Furnace

کوره بلند

فهرست مطالب

۱. کوره بلند چیست؟
۲. کوره بلند صنعتی
۳. هدف استفاده از کوره بلند چیست؟
۴. عملکرد کلیدی این کوره
۵. نحوه کارکرد
۶. اجزای کلیدی و عملکرد آنها
۷. کاربرد کوره بلند
۸. انواع کوره بلند
۹. ویژگی‌های کوره بلند

در دنیای مدرن امروزی از مقادیر تکان دهنده ای فولاد استفاده می‌شود. فولاد مدرن با دو روش متفاوت تولید می‌شود؛ یکی با استفاده از کوره قوس الکتریکی که به منظور ذوب ضایعات فولادی بازیافتی استفاده می‌شود و روش دوم ساخت فولاد از سنگ آهن است که در این حالت، فولاد جدید، در کوره بلند تولید می‌شود. کوره بلند، قرن‌ها است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از اولین کوره بلند در اروپا به قرن ۱۱ برمی‌گردد و برای صدها سال، کوره‌های بلند راه اصلی ساخت آهن بوده‌اند. کوره بلند به عنوان یکی از ماشین آلات اساسی تمدن صنعتی شناخته شده است.

در این مقاله به بررسی کوره بلند، انواع آن، ویژگی‌های آن، کاربردها، مراحل تولید آهن مذاب، هدف استفاده از کوره بلند، عملکردهای کلیدی آن و مزایا و معایب کوره بلند خواهیم پرداخت.

کوره بلند چیست؟



کوره بلند، سازه‌ای عمودی است که در کارخانه‌های ذوب آهن برای احیای سنگ آهن و استخراج فلز آهن به کار می‌رود. این کوره به عنوان یکی از قدیمی‌ترین و اصیل‌ترین روش‌های استخراج آهن از سنگ معدن شناخته

می‌شود. کوره بلند را از نظر فنی رآکتور گاز – جامد ضد جریان یا رآکتور تبادل جرم و حرارت ضد جریان می‌نامند. کوره بلند، یک سیلندر فولادی است که با پوشش نسوز روکش شده باشد و به منظور تبدیل اکسید آهن به آهن مذاب خالص از طریق اعمال گرما طراحی شده است. خود کوره یک پشته بلند است که اغلب از فولاد ساخته می‌شود.

در پایین کوره یک بخاری و پمپ هوا وجود دارد که هوای گرم را به داخل پشته می‌فرستد تا واکنش‌های شیمیایی متعددی که برای تبدیل اکسید ناخالص به آهن مورد نیاز است را آسان‌تر کند. در این کوره از سنگ آهن و سنگ آهک به عنوان ورودی کوره و از زغال سنگ متالوژیکی به عنوان یک عامل احیا کننده استفاده می‌شود که آهن خام را به عنوان خروجی تولید می‌کنند. سپس می‌توان از آن در کوره برای تولید فولاد، کوره قوس الکتریکی یا کوره اکسیژن پایه استفاده کرد.

چرا به کوره‌ای که برای استخراج آهن استفاده می‌شود، کوره بلند می‌گویند؟

این کوره از دو مخروط تشکیل شده است که یکی از آنها کوتاه با خط نسوز و دیگری معکوس است و در عریض‌ترین بخش‌ها با مواد خام از طریق یک قفل هوای مخروطی دو تایی به سمت بالا وارد می‌شود.

مراحل تولید آهن مذاب در کوره بلند

آهن مذاب در این کوره با طی مراحل زیر تولید می‌شود:

۱. بار (که عبارت است از سنگ آهن جامد، کک و سنگ آهک) به صورت مداوم در بخش بالایی کوره ریخته می‌شود.

۲. یک انفجار هوای گرم از قسمت پایینی به داخل کوره دمیده می‌شود.
۳. کک (coke) سوختی است که گرمای اضافی مورد نیاز را تأمین می‌کند و دمای شارژ را افزایش می‌دهد.
۴. در این مرحله یک واکنش شیمیایی رخ می‌دهد که طی آن، کک با اکسیژن هوا واکنش نشان می‌دهد و عمل کاهنده که در اینجا مونوکسید کربن است را ایجاد می‌کند. این عمل سبب جدا شدن اکسیژن از سنگ معدن خواهد شد.
۵. سنگ آهک با ناخالصی‌هایی که در کوره موجود است، واکنش نشان می‌دهد و سرباره را تشکیل می‌دهد که تا بخش بالایی ظرف کوره، شناور خواهد شد.
۶. به صورت متوالی یا هر ساعت یکبار، آهن مذاب تولید شده را برای پردازش بیشتر روی آن به محل مورد نظر می‌فرستند.

مواد خام اصلی مورد استفاده در عملیات این کوره چه هستند؟

- مواد خام اصلی که در عملیات این کوره استفاده می‌شوند عبارت‌اند از:
- کک متالورژیکی، تغذیه یاتاقان آهنی و شارهایی که از طریق بالای کوره شارژ می‌شوند.
 - سوخت‌های هیدروکربنی سرد که از طریق لوله‌های نزدیک، به کف کوره تزریق می‌شوند.
 - انفجار هوای غنی شده با اکسیژن که از طریق همان لوله‌ها ارسال می‌شوند.

به صورت کلی تمامی مواد خوراک این کوره قبل از این که برای رفع نیازهای این نوع کوره، مناسب تشخیص داده شوند، نیاز به نوعی پردازش دارند.

بخش‌های مختلف این کوره

قسمت داخلی کوره بلند به ۵ ناحیه اصلی تقسیم می‌شود که عبارت اند از:

- گلو
- پشته
- شکم
- بوش
- اجاق

امکانات جانبی

این کوره ممکن است دارای امکانات جانبی زیر باشد:

- انبار که بار کوره قبل از بالا بردن توسط ماشین‌های پرش یا سیستم تسمه نقاله در آن آماده می‌شود.
- یک سیستم شارژ بالا که متشکل از مجموعه ای عمودی از زنگ‌های دوتایی (مخروط) یا لوله‌های چرخان به منظور جلوگیری از انتشار گاز کوره در طول شارژ است.
- اجاق‌هایی که از گازهای خارج از کوره برای گرم کردن هوای ارسالی به لوله‌ها استفاده می‌شود.
- یک بخش ریخته‌گری متشکل از فرورفتگی‌هایی که آهن و سرباره مایع را به ملاقه‌های مناسب به منظور انتقال به کوره‌های فولادسازی و مناطق احیای سرباره توزیع می‌کنند.

استراتژی‌های کربن زدایی

- برخی از استراتژی‌های بالقوه کربن زدایی برای این کوره عبارت اند از:
- جایگزینی جزئی زغال سنگ عامل کاهنده با هیدروژن یا زیست توده
 - استفاده از برق با کربن صفر (که به تنهایی می‌توانند حدود ۷/۴ درصد از انتشار گازهای گلخانه ای را کاهش دهند).
 - جذب، استفاده و ذخیره کربن

کوره بلند صنعتی



کوره بلند صنعتی دارای دو شیار ورودی و دو شیار خروجی است. همچنین می‌توان از آن برای ذوب فولاد سریع تر از کوره بلند استفاده کرد. از سلول‌های کربنات کلسیم می‌توان به منظور ذوب سنگ آهن مستقیماً به ۳ شمش آهن تصفیه شده و سنگ معدن پیریت به ۲ شمش آهن تصفیه شده استفاده کرد.

هدف استفاده از کوره بلند چیست؟



کوره بلند نوعی کوره متالورژیکی است که به منظور استخراج فلزات از سنگ آهن استفاده می‌شود. هدف اصلی این کوره، کاهش سنگ آهن و تبدیل آن به آهن مایع است و یک محصول میانی برای فرآوری بیشتر به محصولات مختلف فولادی می‌باشد.

عملکرد کلیدی این کوره



عملکردهای کلیدی این نوع کوره عبارت اند از:

- **تبدیل سنگ آهن:** سنگ آهن به همراه کک و سوخت آهن به بالای کوره شارژ می‌شود. هوای داغ به کف کوره دمیده می‌شود و محیطی

با دمای بالا ایجاد می‌کند که امکان تبدیل سنگ آهن به آهن فلزی را فراهم می‌کند.

- **جداسازی سرباره:** سنگ آهک به عنوان یک شار عمل می‌کند و با ناخالصی‌های موجود در سنگ معدن ترکیب می‌شود و سرباره مذابی را تشکیل می‌دهد که روی آهن مذاب متراکم تر شناور می‌شود. سرباره به صورت دوره ای ضربه می‌زند و از کوره خارج می‌شود.
- **تولید آهن خام:** آهن کاهش یافته و مذاب در کف کوره جمع می‌شود و به صورت دوره‌ای به عنوان آهن خام از آن خارج می‌شود. آهن خام می‌تواند بیشتر به محصولات فولادی مختلف تبدیل شود.

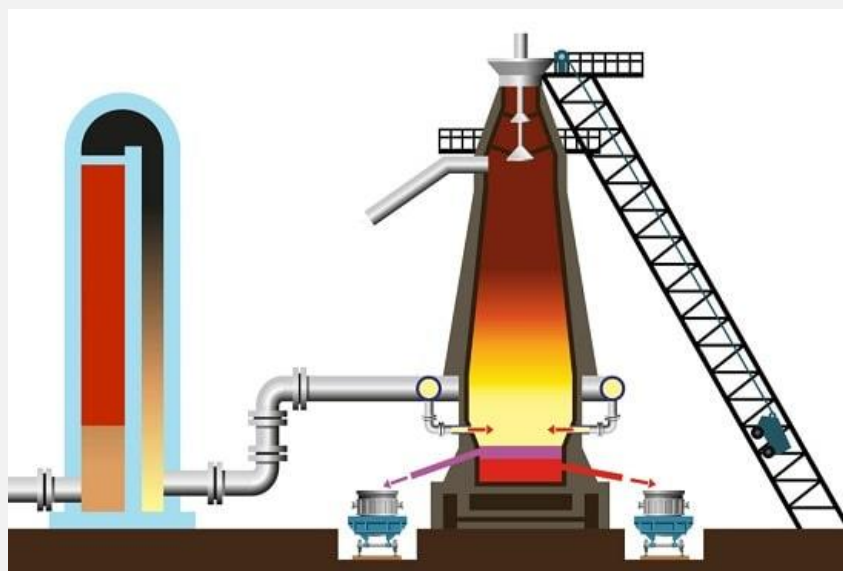
نحوه کارکرد



کوره بلند از گرما به منظور تبدیل اکسید آهن به آهن مذاب استفاده می‌کند و می‌تواند برای انواع کاربردهای صنعتی استفاده شود. این کوره، یک پشته فولادی ضد زنگ با روکش آجر است که با استفاده از هوای گرمی که از قبل به دمای مورد نظر رسیده، گرم خواهد شد. سنگ آهک، کک و سنگ آهن را در کوره بلند قرار می‌دهند و به آن حرارت می‌دهند.

این مواد در حضور حرارتی که نیاز است، واکنش نشان می‌دهند و سرباره و آهن مایع تولید می‌کنند. سپس، این مایعات تخلیه می‌شوند و در جایی که مد نظر است، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اجزای کلیدی و عملکرد آنها



اجزای کلیدی مجموعه کوره بلند شامل تجهیزات یا کل زنجیره‌های تکنولوژیکی است که مستقیماً درگیر این فرآیند هستند و شکست هر یک از آنها می‌تواند منجر به حادثه یا توقف فرآیند کوره بلند شود. مجموعه این کوره را می‌توان به سیستم‌های حیاتی زیر تقسیم کرد.

واحد مرکزی

این بخش از کوره بلند از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

- Shell
- پوشش نسوز
- چوبه خنک کننده
- یک سیستم خنک کننده

- یک دستگاه شارژ (معمولاً از نوع لوله ای)
 - یک سیستم تغذیه انفجاری داغ
- تمامی واکنش‌های اصلی ردوکس (Redox) این کوره در واحد مرکزی اتفاق می‌افتد.

کست هوس (Cast House)

این بخش شامل رانهایی (Runners) است که مسئول جداسازی فلز داغ از سرباره و همچنین انتقال آنها به بخش تخلیه، از بخش ریخته‌گری به دستگاه ملاقه فلزی داغ و ماشین سرباره است. تجهیزات بخش ریخته‌گری شامل رمینگ، صاف‌کننده‌های پوشش رانر و سایر تجهیزات است.

اجاق گاز Hot Blast

این اجاق‌ها به منظور گرم کردن هوای احتراق طراحی شده‌اند و شامل موارد زیر هستند:

- پوشش
- آستر
- چکش اجاق گاز داغ
- چکش فرعی
- مشعل
- سوپاپ‌ها
- یک بخش به منظور هدایت انفجارهای داغ به داخل کوره

دستگاه تمیزکننده گاز BFG

این دستگاه به منظور تصفیه گاز برای استفاده بیشتر از آن در زمان گرم کردن اجاق گاز هات بلاست (hot Blast) و سایر بخش‌ها مانند نیروگاه‌های حرارتی، کوره‌های گرمایش و مواردی از این قبیل طراحی شده‌اند. همچنین از این دستگاه برای حفظ فشار بالای مورد نیاز استفاده می‌شود.

این دستگاه به صورت معمول شامل اجزای زیر است:

- یک گردگیر یا سیلیکون
- اسکرابر (Scrubber)
- لوله ونتوری
- دمیستر (Demister)
- مجموعه دریچه گاز (برای سیستم تصفیه گاز از نوع مرطوب)
- فیلتر
- سیستم TRT
- مبدل حرارتی

سیستم شارژ

وظیفه این سیستم، تهیه و تأمین مواد با کیفیت مورد نیاز و به نسبت لازم برای کوره بلند است. سیستم شارژ کوره بلند شامل موارد زیر است:

- سطوح ذخیره سازی
- پرده
- لوله
- تغذیه کننده

- نوار نقاله
- سیستم پرش بالابر

کاربرد کوره بلند



کوره بلند نوعی کوره متالورژیکی است که برای ذوب فلزات صنعتی، عموماً آهن و همچنین سایر مواد مانند سرب یا مس استفاده می‌شود. کاربردهای مدرن این کوره را در ادامه بررسی خواهیم کرد.

تولید فولاد

اصلی‌ترین و رایج‌ترین دلیل استفاده از این کوره، تولید فولاد است. در کوره بلند، ابتدا سنگ آهن را ذوب می‌کنند و آهن مذاب ایجاد می‌کنند؛ سپس آهن مذاب تولیدشده را در کوره‌های ذوب فولاد، پردازش می‌کنند و به فولاد مورد نظر تبدیل می‌کنند.

ریخته‌گری

از این کوره برای ذوب کردن آهن و تولید محصولات چدنی استفاده می‌شود. از ریخته‌گری در صنایع مختلف مانند موارد زیر استفاده می‌شود:

- خودروسازی
- ماشین آلات
- ساخت و ساز
- تمامی صنایع نیازمند به قطعات چدنی

صنایع خودروسازی

صنایع خودروسازی از جمله مصرف کنندگان عمده محصولات فولادی و آهنی هستند. نیاز به محصولات آهنی و فولادی در این صنعت به اندازه ای زیاد است که برخی از خودروسازان برای ساخت قطعات مورد نیازشان، بخشی را به ذوب آهن اختصاص می‌دهند یا با کارخانه‌های تولید فولاد قرارداد بسته‌اند. برخی از قطعاتی که برای تولید آنها به کوره بلند نیاز است، عبارت اند از:

- میل لنگ
- قطعات انتقال
- اجزای شاسی

صنعت ساخت و ساز

بسیاری از مصالحی که در صنعت ساخت و ساز استفاده می‌شوند، نیاز به استفاده از این کوره دارند، مانند:

- میلگردهای تقویت کننده
- قوطی آهن

فولادی که در کوره تولید می‌شود دارای استحکام و دوام بالایی است و به ماده‌ای ایده آل در این صنعت مبدل شده است.

ماشین آلات و تجهیزات

در تولید قطعاتی از ماشین آلات و تجهیزات که نیاز به استحکام و سطح بالایی از مقاومت در برابر ساییدگی دارند، همانند موارد زیر از این کوره استفاده می‌شود:

- چرخ دنده
- شفت (Shaft)
- بلبرینگ (Ball Bearing)
- شیر

تولید نیرو

از آهن و فولادی که در کوره بلند تولید می‌شوند، برای ساخت موارد زیر استفاده می‌شود:

- نیروگاه‌ها
 - خطوط لوله
 - توربین بادی
 - بسیاری از زیرساخت‌های تولید انرژی
- نبود کوره بلند سبب فلج شدن این بخش از صنعت خواهد شد.

تولید پشم سنگ

پشم سنگ (Stone Wool) یا Rock Wool یکی از الیاف معدنی است که به عنوان یک محصول عایق و در هیدروپونیک استفاده می‌شود. این محصول در یک کوره با سنگ دیاباز (Diabase) که حاوی مقدار بسیار کمی

اکسیدهای فلزی است، تولید می‌شود. سرباره به دست آمده از آن خارج می‌شود و برای تولید محصول حاصل با نام پشم سنگ ریسیده می‌شود.

انواع کوره بلند



انواع این کوره را در ادامه بررسی خواهیم کرد.

کوره بلند آهن

کوره بلند، بخش مهمی از تولید آهن مدرن است و بسیار کارآمد است؛ از جمله اجاق‌های Cowper به منظور پیش گرم کردن هوای منفجرشده و استفاده از سیستم‌های بازیابی برای استخراج گرما از گازهای داغ خروجی از کوره. احتمالاً تا چند سال آینده استفاده از کوره بلند آهن منسوخ خواهد شد تا اهداف آب و هوایی در کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن را برآورده کند.

کوره بلند اکسیژن

فرآیند کوره بلند اکسیژن، به صورت نظری و در سطح گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته است. این کاربرد به دلیل پتانسیل‌های امیدوار کننده در حفظ انرژی و کاهش انتشار دی اکسید کربن، بسیار مناسب خواهد بود. کوره اصلی دارای ۳ سطح است:

- منطقه کاهش بین ۲۵۰ تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد
- منطقه تشکیل سرباره بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد
- منطقه احتراق بین ۱۵۰۰ تا ۱۶۰۰ درجه سانتیگراد

کوره بلند روی

این کوره امروزه به ندرت در ذوب مس استفاده می‌شود. کوره بلند مدرن ذوب سرب، بسیار کوتاه تر از کوره بلند آهن است و مستطیل شکل است. کوره بلند سربی مدرن با استفاده از جلد‌های (Jackets) مسی یا فولادی خنک شده با آب برای دیواره‌ها ساخته می‌شود و هیچ پوشش نسوزی در دیواره‌های جانبی آن وجود ندارد.

کوره بلند روی

کوره بلند مورد استفاده در فرآیند ذوب از کوره بلند سرب استاندارد ساخته می‌شود؛ اما کاملاً مهر و موم شده است زیرا روی تولید شده توسط این کوره‌ها، به عنوان فلز از فاز بخار بازیابی می‌شود و ترکیب اکسیژن موجود با گاز خارج شده سبب تولید اکسید روی خواهد شد.

ویژگی‌های کوره بلند



کوره بلند مدرن دارای ارتفاع ۲۰ تا ۱۱۰ متر و قطر ۶ تا ۱۵ متر است و می‌تواند در حدود ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ تن، آهن خام به صورت روزانه تولید کند. فولادسازی حدود ۸ درصد از انتشار گازهای گلخانه ای جهانی را به خود اختصاص داده که بیشترین میزان انتشار در بین سایر صنایع است و به گرم‌تر شدن کره زمین منجر می‌شود. برخی از کوره‌های بلند با فناوری جذب اکسیژن به منظور کاهش دی اکسید کربن منتشر شده مجهز شده‌اند.

مزایا و معایب کوره بلند



مزایا و معایب کوره بلند را در ادامه بررسی خواهیم کرد.

مزایا

- از جمله مزایای استفاده از این نوع کوره می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- از مزایای اصلی کوره بلند این است که روشی مقرون به صرفه برای تولید آهن و فولاد است که روشی به مراتب ارزان‌تر از سایر روش‌های مورد استفاده به همین منظور است.
 - اگر این فرآیند به خوبی انجام شود، می‌تواند فرصتی برای ایجاد انرژی نیز باشد.
 - فعالیت کوره بلند نیز یک فرآیند پیوسته است که سبب می‌شود، مقادیر زیادی از اکسید آهن در مدت زمان نسبتاً کوتاهی به آهن مذاب خالص تبدیل شوند.
 - همچنین این کوره‌ها برای کار به صورت اتوماتیک، نسبتاً ساده هستند و سبب صرفه جویی‌های بیشتر در هزینه‌ها می‌شوند.

معایب

- از معایب این کوره می‌توان گفت که:
- این نوع کوره‌ها، مقدار قابل توجهی انرژی مصرف می‌کنند.
 - گاهی اوقات تهیه نوع مناسب مواد به منظور استفاده در کوره بلند برای به دست آوردن نتایجی که مورد نظر هستند، چالش برانگیز و دشوار خواهد بود.

چه کارخانه‌هایی در ایران از کوره بلند استفاده می‌کنند؟

کارخانه‌های بسیاری در ایران وجود دارند که از این کوره استفاده می‌کنند. برخی از این کارخانه‌ها به قرار زیر هستند:

- ذوب آهن اصفهان
- مجتمع فولاد زرند ایرانیان
- مجتمع آندیا فولاد زنجان
- مجتمع ذوب آهن غرب کشور